1.1.Nombre de Reynolds

Dans un fluide en écoulement visqueux, la quantité de mouvement du fluide peut être transportée simultanément par diffusion et par convection. Le rapport entre ces deux mécanismes de transport de la quantité de mouvement est défini par le nombre sans dimension R_e appelé nombre de Reynolds :

$$R_e = \frac{\rho V D}{\eta}$$

ρ : masse volumique
V: vitesse de l'écoulement
D: diamètre
η : viscosité dynamique

- ✓ Lisse si 2000<Re<100000
- ✓ Rugueux si Re>100000

2. Description et classification des écoulements

2.1.Fluide parfait – réel

- ✓ Le fluide est supposé parfait si sa viscosité est nulle.
- ✓ Le fluide est supposé réel si sa viscosité n'est pas nulle et qui peut donner naissance à des contraintes de cisaillement provoquées par le frottement du fluide avec la paroi de la conduite, il offre aussi une résistance au mouvement.

2.2.Ecoulement permanent

Un écoulement est permanent ou stationnaire si toutes les variables qui décrivent le mouvement du fluide (ρ, U, P…) ne dépendent pas du temps. Dans le cas contraire l'écoulement est instationnaire ou transitoire.

2.3.Ecoulement incompressible- compressible

Un fluide est incompressible si sa masse volumique ρ est constante. Dans le cas contraire l'écoulement est compressible (exemple : Un gaz qui occupent tout le volume qui l'entour). La majorité des fluides sont incompressibles. Dans ce cas la variation de volume est nulle :
En coordonnées cartésiennes nous avons :

$$\mathrm{div}\vec{u} = \frac{\partial u_i}{\partial x_i} = u_{i,i} = \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3} = 0$$

2.4.Ecoulement rotationnel

L'écoulement est rotationnel si les particules tournent autour de leur centre lorsqu'elles sont en mouvement.

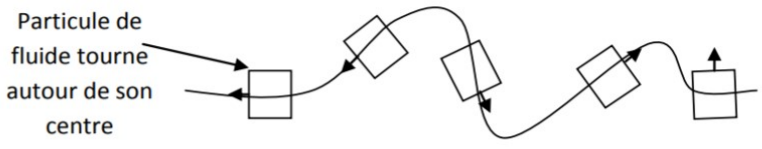

Figure 2 : Ecoulement rotationnel

2.5.Ecoulement irrotationnel

Le rotationnel d'un champ de vecteurs $\vec{u}$ est définie par : $\vec{w} = \overrightarrow{rot}\vec{u}$

L'écoulement est dit irrotationnel si les particules ne tournent pas autour de leur centre lorsqu'elles sont en mouvement (Figure 3) et si à chaque instant le rotationnel de champ de vitesse est nul : $\vec{w} = \overrightarrow{rot}\vec{u} = \vec{0}$

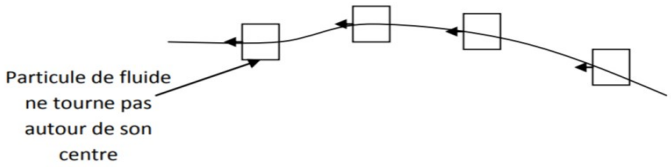

Figure 3 : Ecoulement irrotationnel

2.6.Ecoulement laminaire

On dit qu'un écoulement est laminaire lorsque le mouvement des particules fluides se fait de façon régulière et ordonnée. L'écoulement laminaire est un écoulement visqueux qui et caractérisé par des couches de fluides qui ont la même vitesse (Figure 4), il est obtenu à de faibles vitesse et pour lesquels le nombre de Reynolds Re est inférieur à 2000.

Résultats empirique à titre indicatif :

Si Re < 2000 l'écoulement est laminaire

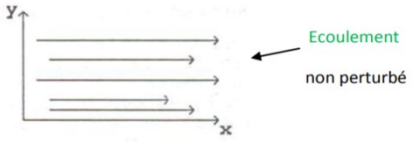

Figure 4 : Allure de la vitesse pour un écoulement laminaire

2.7.Ecoulement turbulent

C'est un écoulement visqueux et il est turbulent lorsque le déplacement est irrégulier et que des fluctuations aléatoires de vitesse se superposent au mouvement moyen du fluide(Figure 5).

Ces types d'écoulement sont obtenus à de grandes vitesses avec un nombre de Reynolds supérieur à 2000.

Résultats empirique à titre indicatif :

Si Re > 2000 l'écoulement est turbulent :

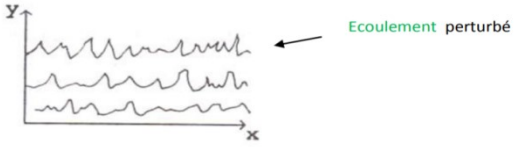

Figure 5 : Allure de la vitesse pour un écoulement turbulent

3. La grandeur pression dans un fluide

3.1.Notion de pression

Dans un milieu quelconque, donc aussi dans un milieu fluide, la force que la partie (1) exerce sur la partie (2) à travers un élément de surface réel ou fictif dS a une direction quelconque. Mais cette force $df_{1,2}$ peut toujours être décomposée en :

- une composante tangentielle $\overrightarrow{df}_T$
- et une composante normale $\overrightarrow{df}_N$.

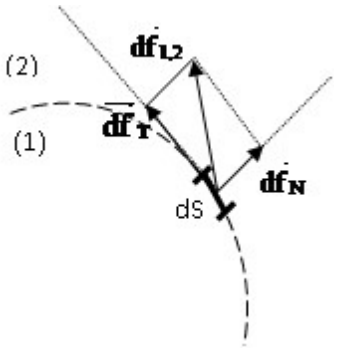

Figure 6 :Notion de pression

Remarque :

- L'expression « élément » de surface désigne une portion très petite de la surface considérée ;
- La notation « dS » désigne cette très petite surface ; $\overrightarrow{df}_{1,2}$ désigne une force très faible ;
- Souvent, dans les calculs, on sera amené à traiter ces très petits grandeurs comme des infiniment petits du premier ordre au sens mathématique du terme.

La quantité (df_T/dS)représente la contrainte tangentielle et (df_N/dS) représente la contrainte normale.

Par définition, on appelle pression la contrainte normale :

$$p = \frac{df_N}{dS}$$

En statique des fluides, seules interviennent les forces de pression $\overrightarrow{df}_N$, normales à l'élément de surface dS.

Les forces tangentielles $\overrightarrow{df}_T$ n'apparaissent qu'en dynamique des fluides : Elles correspondent aux frottements visqueux des couches fluides en mouvement les unes par rapport aux autres et par rapport à la paroi de la conduite.

3.2.Pression en point d'un fluide

En tout point d'un fluide existe une certaine pression que l'on peut mettre en évidence à l'aide d'une capsule manométrique.

Soit un point M dans le fluide. Si on considère une surface imaginaire dS passant par M, la résultante de toutes les forces dues aux chocs sur dS des molécules de fluide en mouvement désordonné (mouvement d'agitation thermique) est perpendiculaire à cette surface dS et on peut écrire :

$$\overrightarrow{df} = p\,\vec{n}\,dS$$

$\vec{n}$: étant le vecteur unitaire de la normale à dS orientée vers l'extérieur,

Cette force $\overrightarrow{df}$ dépend évidement de la surface dS envisagée, mais la pression au point M du fluide ne dépend pas de dS.

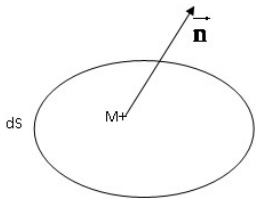

Figure 7 :Pression en point d'un fluide

3.3.Les unités de pression

Dans le système international, l'unité de pression est le pascal (Pa). Mais, dans la pratique, on rencontre souvent d'autres unités.
En météorologie, on utilise souvent le millibar :
1 mbar=10^{-3} bar=100 Pa,1 Pa = 1 Nm^{-2},On utilise également : l'atmosphère = 1,0113 bar, Le bar = 10^5 Pa, En régulation, on rencontre parfois l'unité anglaise, le psi (pound per square inch) :1psi = 6,89 10^3 Pa.